

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年7月29日 (29.07.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/064239 A1

(51) 国際特許分類7:

H02P 5/46

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2003/016060

(22) 国際出願日:

2003年12月15日 (15.12.2003)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願2003-1939

2003年1月8日 (08.01.2003)

JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社
安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI)
[JP/JP]; 〒806-0004 福岡県 北九州市 八幡西区黒崎城
石2番1号 Fukuoka (JP).

(72) 発明者; および

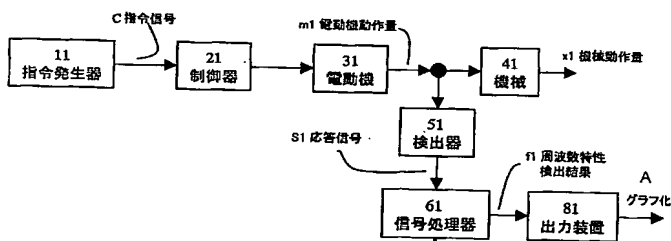
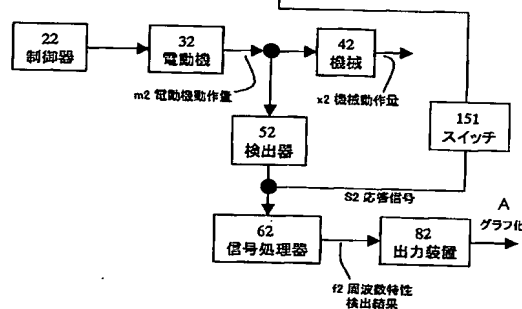
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 竹森 由高 (TAKE-
MORI, Yoshitaka) [JP/JP]; 〒806-0004 福岡県 北九州市
八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内
Fukuoka (JP). 小宮 剛彦 (KOMIYA, Takehiko) [JP/JP];
〒806-0004 福岡県 北九州市 八幡西区黒崎城石2番1
号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP).

(81) 指定国(国内): CN, DE, GB, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: MULTI-AXIS MOTOR CONTROL DEVICE RESONANCE FREQUENCY DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置

1軸目
B2軸目
C

11...INSTRUCTION GENERATOR
C...INSTRUCTION SIGNAL
21...CONTROLLER
31...MOTOR
m1...MOTOR OPERATION AMOUNT
41...MACHINE
x1...MACHINE OPERATION AMOUNT
51...DETECTOR
S1...RESPONSE SIGNAL
61...SIGNAL PROCESSOR
f1...FREQUENCY CHARACTERISTIC
DETECTION RESULT
81...OUTPUT DEVICE
A...MADE INTO A GRAPH

B...FIRST AXIS
C...SECOND AXIS
22...CONTROLLER
32...MOTOR
m2...MOTOR OPERATION AMOUNT
42...MACHINE
x2...MACHINE OPERATION AMOUNT
52...DETECTOR
S2...RESPONSE SIGNAL
62...SIGNAL PROCESSOR
f2...FREQUENCY CHARACTERISTIC
DETECTION RESULT
82...OUTPUT DEVICE

(57) Abstract: There is provided a multi-axis motor control device resonance frequency detection device capable of detecting resonance frequency of the other axis affecting an operation axis in a machine having multiple axes. The multi-axis motor control device resonance frequency detection device includes a plurality of motor control systems having motors (31, 32) for driving machines (41, 42) and controllers (21, 22) for driving the motors (31, 32). Each of the motor control systems includes detectors (51, 52) for detecting the operation amount of the machines (41, 42), signal processors (61, 62) for frequency-analyzing the signal of the detectors (51, 52) and outputting it as a resonance frequency, and output devices (81, 82) for putting the signal of the signal processors (61, 62) into a graph or a numerical value for output. There is further provided an instruction generator (11) for supplying a control instruction transferring oscillation to the machines (41, 42) to the motor control system, so that signals of a plurality of detectors (51, 52) are input to the signal processor (61) and output as a resonance frequency.

[続葉有]



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約: 複数軸を持つ機械において、動作軸に影響を及ぼす他軸の共振周波数が検出できる多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置を提供する。機械(41)、(42)を駆動する電動機(31)、(32)と、電動機(31)、(32)を駆動する制御器(21)、(22)とを有する電動機制御系を複数備え、各電動機制御系に、機械(41)、(42)の動作量を検出する検出器(51)、(52)と、検出器(51)、(52)の信号を周波数分析し、共振周波数として出力する信号処理器(61)、(62)と、信号処理器(61)、(62)の信号をグラフ化または数値化して出力する出力装置(81)、(82)とを備えた多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置において、機械(41)、(42)に振動を伝える制御指令を電動機制御系に与える指令発生器(11)を設け、複数の検出器(51)、(52)の信号を信号処理器(61)に入力して共振周波数として出力するようにした。

明細書

多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置

[技術分野]

本発明は、電動機を用いた位置決め装置に関するものであり、特に位置決め制御系を利用して多軸機械の共振周波数を検出する多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置に関する。

[背景技術]

半導体製造装置や工作機械、産業用ロボット等では、電動機を用いて位置決め制御されることが多い。その位置決め精度には、機械の共振周波数が大きく影響するため、前もって正確な共振周波数をつかんでおくことが望ましく、同時に、制御系が組み立て稼動している状態で正確に測れることが望まれる。この必要性から、従来はFFT（高速フーリエ変換）を用いて周波数特性を解析し、共振周波数を割り出すという方法が用いられている。この従来技術を図に基づいて説明する。

図14は電動機制御系に組み込まれた従来の共振周波数検出装置（例えば特開平6-78575号公報参照）の構成を示すブロック図である。図において、従来の共振周波数検出装置は、指令発生器11と、この指令発生器11からの指令信号Cを受けて電動機31、32に駆動電流を供給する制御器21、22と、電動機31、32と、電動機31、32によって駆動される機械41、42と、電動機31、32の電動機動作量 m_1 、 m_2 を検出する検出器51、52と、検出器51、52の出力である応答信号 S_1 、 S_2 に対してFFT演算を実施して共振周波数検出結果 f_1 、 f_2 を算出するFFTアナライザ121、122と、共振周波数検出結果 f_1 、 f_2 を出力する出力装置81、82とを備えている。

この従来の共振周波数検出装置において、指令発生器11は指令信号Cを生成し、制御器21、22に入力する。この指令に応じて制御器21、22が電動機31、32に電流を供給すると、電動機31、32が機械41、42を駆動する。このとき、検出器51、52は、電動機31、32の回転位置や回転速度等の電動機動作量 m_1 、 m_2 を検出して応答信号 S_1 、 S_2 を出力する。FFTアナライザ121、122は応答信号 S_1 、 S_2 を入力するとFFT演算を実施し、共振周波数検出結果 f_1 、 f_2 を算出する。出力装置81、82は共振周波数検出結果 f_1 、 f_2 を入力すると数

値やグラフ化して可視化したものを出力する。このようにして共振周波数が単軸ごとに計測される。

しかし、従来技術では、単軸ごとに共振周波数を計測するために、指令発生器から出された指令によって動作する 1 軸の共振周波数しか測定できず、動作軸に影響を与える他軸の共振周波数を測定することができない。そのために、従来では個別の軸ごとにサーボ調整を行うが、複数軸が稼動する場合には発振が起こることがあり、サーボ調整が難しいという問題があった。

[発明の開示]

そこで本発明は、複数軸を持つ機械においても、動作軸に影響を与える他軸の共振周波数を把握してサーボ調整を容易にすることのできる多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置を提供することを目的とする。

上記問題を解決するため、請求項 1 に記載の発明は、複数軸を有する機械の一つの軸を駆動する電動機と、制御指令を受けて前記電動機を駆動する制御器とを有する電動機制御系を前記機械の複数軸についてそれぞれ備え、各電動機制御系に、前記機械の動作量を検出する検出器と、前記検出器の信号を周波数分析し、共振周波数として出力する信号処理器と、前記信号処理器の信号をグラフ化または数値化して出力する出力装置とを備えた多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置において、前記機械に振動を伝える制御指令を前記電動機制御系の少なくとも一方に与える少なくとも 1 つの指令発生器を設け、前記複数の検出器の信号を前記複数の信号処理器に入力して共振周波数として出力するようにしたことを特徴とするものである。

この発明においては、指令発生器からの指令信号に従って駆動される各電動機の動作量を検出し、信号処理器にその信号を入力することにより、ある動作軸と他の動作軸との共振周波数を検出して、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

請求項 2 に記載の発明は、前記信号処理器は、前記複数の検出器の信号を入力して、信号の和を共振周波数として出力するようにしたことを特徴とする。

この発明においては、複数の検出器の信号の和を共振周波数として出力することにより、ある動作軸と他の動作軸との共振周波数を検出して、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

請求項 3 に記載の発明は、前記検出器は電動機の位置または速度、あるいは前記機械

の可動部の位置または速度を検出するものであることを特徴とする。

この発明においては、指令発生器からの指令信号に従って駆動される各電動機の動作量である位置または速度、あるいは前記機械の可動部の位置または速度を検出し、信号処理器にその信号を入力することにより、ある動作軸と他の動作軸との共振周波数を検出して、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

請求項4に記載の発明は、前記複数の電動機制御系の一部または全てがオープンループの場合には、前記指令発生器の信号は当該オープンループの電動機制御系の制御器に入力されることを特徴とする。

この発明においては、指令発生器の信号は当該オープンループの電動機制御系の動作量を検出し、信号処理器にその信号を入力することにより、ある動作軸と他の動作軸との共振周波数を検出して、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

請求項5に記載の発明は、前記複数の電動機制御系の一部または全てにおいて、前記指令発生器からの制御指令と前記検出器からの前記機械の動作量との偏差に応じた制御指令を前記制御器に与える閉ループ制御器を備えたことを特徴とする。

この発明においては、指令発生器からの制御指令と検出器からの機械の動作量との偏差に応じた制御指令を制御器に与える閉ループ制御器を通過した各電動機の動作量を検出し、信号処理器にその信号を入力することにより、ある動作軸と他の動作軸との共振周波数を検出して、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

請求項6に記載の本発明は、前記電動機制御系の一部または全てにおいて、前記検出器からの前記機械の動作量と動作指令との偏差に応じた制御指令を出力する閉ループ制御器と、その制御指令に含まれる所定の帯域の信号を低減するフィルタ処理部とを備え、前記フィルタ処理部の出力と前記指令発生器からの指令信号との和が前記制御器に入力されていることを特徴とする。

この発明においては、信号処理器に前記フィルタ処理部の出力と前記指令発生器からの指令信号との和を入力することにより、ある動作軸と他の動作軸との共振周波数を検出して、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

請求項7に記載の発明は、前記制御指令は、掃引正弦波信号であり、前記信号処理器は前記指令発生器が出力する前記掃引正弦波信号の周波数情報と少なくとも1つ前記検出器の信号を入力し、前記検出器の信号の絶対値が最大となる前記正弦波信号の周波

数を共振周波数として出力するものであることを特徴とする。

この発明においては、前記検出器の信号の絶対値が最大となる前記正弦波信号の周波数を共振周波数として出力することにより、ある動作軸と他の動作軸との共振周波数を検出して、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

請求項 8 に記載の発明は、前記出力装置は、少なくとも 1 つの前記信号処理器の信号を周波数特性として出力するものであることを特徴とする。

この発明においては、前記出力装置は、少なくとも 1 つの前記信号処理器の信号をグラフ化または数値化して共振周波数を確認することが可能となる。

請求項 9 に記載の発明は、前記指令発生器から機械に振動を伝える制御指令は、最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの範囲に周波数が制限されており、前記信号処理器は、前記検出器の信号を所定の周波数範囲に制限して入力するとともに、前記最小周波数 F_{min} 以上の周波数だけを検出することを特徴とする。

この発明においては、前記信号処理器は、前記検出器の信号を所定の周波数範囲に制限して入力することにより、前記最小周波数 F_{min} 以上の共振周波数を把握することが可能となる。

請求項 10 に記載の発明は、前記指令発生器から機械に振動を伝える制御指令は、最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの範囲に周波数が制限されており、前記信号処理器は、前記検出器の信号を所定の周波数範囲に制限して入力するとともに、前記最小周波数 F_{min} より大きい検出最小周波数 F_{lim} 以上の周波数だけを検出することを特徴とする。

この発明においては、前記信号処理器は、前記検出器の信号を所定の周波数範囲に制限して入力することにより、前記最小周波数 F_{min} より大きい F_{lim} 以上の共振周波数を把握することが可能となる。

請求項 11 に記載の発明は、前記検出器と前記信号処理器の間にハイパスフィルタが設けられていることを特徴とする。

この発明においては、信号処理器にハイパスフィルタ通過後の信号を入力することにより、ある周波数以上をカットした共振周波数を把握することが可能となる。

請求項 12 に記載の発明は、ある軸の前記検出器の信号を他軸の信号処理器に入力するスイッチが設けられていることを特徴とする。

この発明においては、スイッチが設けられていることにより、軸間の影響を1つ、もしくは複数の信号処理器で把握することが可能となる。

[図面の簡単な説明]

図1は本発明の第1実施形態に係る共振周波数検出装置の構成を示すブロック図である。図2は本発明の第2実施形態の構成を示すブロック図である。図3は本発明の第3実施形態の構成を示すブロック図である。図4は本発明の第4実施形態の構成を示すブロック図である。図5は本発明の第5実施形態の構成を示すブロック図である。図6は本発明の第6実施形態の構成を示すブロック図である。図7は本発明の第7実施形態の構成を示すブロック図である。図8は本発明の第8実施形態の構成を示すブロック図である。図9は本発明の第9実施形態の構成を示すブロック図である。図10は指令発生器が生成する指令信号の時間波形図である。図11は本発明を適用した掃引正弦波の周波数と時間の関係を示すグラフである。図12は本発明の第10実施形態の構成を示すブロック図である。図13はフィルタ設定後の構成を示すブロック図である。図14は従来技術を適用した電動機制御系の構成を示すブロック図である。

[発明を実施するための最良の形態]

以下、本発明の実施の形態を、図1～図13に基づいて説明する。

図1は本発明の第1実施形態に係る共振周波数検出装置の構成を示すブロック図である。なお、図14に示した従来の共振周波数検出装置の構成に対応する部分については、同一の符号を付している。

図1において、共振周波数検出装置は、1軸目の電動機制御系と、2軸目の電動機制御系とを有し、指令発生器11と、制御器21、22と、電動機31、32と、電動機31、32によって駆動される機械41、42と、電動機31、32の電動機動作量 m_1 、 m_2 を検出する検出器51、52と、検出器51、52の出力である応答信号 S_1 、 S_2 に対して信号処理を行って共振周波数検出結果 f_1 、 f_2 を算出する信号処理器61、62と、共振周波数検出結果 f_1 、 f_2 を出力する出力装置81、82と、2軸目の検出器52の応答信号 S_2 を1軸目の信号処理器61に加算するためのスイッチ151とを備えている。図1の電動機制御装置は機械41、42が固定台等に共に搭載された一体の構成となっている。

この第1実施形態の共振周波数検出装置において、指令発生器11は指令信号Cを出力し、制御器21は、指令発生器11から受けた指令信号Cに従って電動機31を駆動する。電動機31、32に連結された検出器51、52の出力は電動機動作量 m_1 、 m_2 を検出し、応答信号 S_1 、 S_2 として信号処理器61、62に送る。電動機31と機械41、また電動機32と機械42はそれぞれ連結されているため、電動機動作量 m_1 、 m_2 を検出すれば、機械41の共振特性と機械41に影響を与える機械42の共振特性を検出できる。この応答信号 S_1 、 S_2 は機械41、42が周波数に依存して少しの外力でも大きな反応を示す共振周波数を持つため、信号処理器61、62が周波数分析すると共振周波数を検出することができる。信号処理器61、62の出力である周波数特性検出結果 f_1 、 f_2 は、出力装置81、82にそれぞれの結果をグラフ化または数値化して出力できる。

2軸目の検出器52の出力側と1軸目の信号処理器61とはスイッチ151で接続されており、スイッチ151がoffの時は、応答信号 S_1 、 S_2 として信号処理器61、62に送り周波数特性検出結果 f_1 、 f_2 を検出する。スイッチ151がonの時は、応答信号 S_2 は信号処理器61に入力され、信号処理器61で応答信号 S_1 と S_2 の和を検出することにより、機械41の共振特性と機械41に影響を与える機械42の共振特性を1つの出力装置81で検出し、出力する。

なお、第1実施形態では電動機制御系が2つの例を示したが、3つ以上の場合にも適用することができる。

図2は本発明の第2実施形態の構成を示すブロック図であり、指令発生器11から出力される指令信号Cが制御器21と制御器22の両方に入力するように設けられ、同時に2つの電動機31、32を動作させる点が図1に示した第1実施形態と異なっている。共振周波数は第1実施形態と同様にして検出できる。

この第2実施形態においては、指令発生器11から指令信号Cに従って駆動される各電動機31、32の電動機動作量 m_1 、 m_2 を検出し、各信号処理器51、52に各信号を入力することにより、各電動機制御系の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量 m_1 、 m_2 の和を1つの信号処理器61に入力することにより、動作軸間の影響を把握することができる。

なお、第2実施形態では応答信号S2を信号処理器61に入力するようにスイッチ151を設定したが、応答信号S1を信号処理器62に入力するようにスイッチを設けてもよい。

また、図2では2つの電動機制御系を動作させているが、いくつあってもよい。

図3は第3実施形態の構成を示すブロック図であり、指令発生器12から出力される指令信号Cが制御器22に入力するように設け、同時に2つの電動機31、32を動作させる点が図1と異なっている。

共振周波数は第1実施形態または第2実施形態と同様にして検出できる。

この第3実施形態においては、2つの指令発生器11、12から同じ指令信号もしくは異なる指令信号を各電動機制御系に与えて各電動機31、32の電動機動作量 m_1 、 m_2 を検出し、各信号処理器61、62に各信号を入力することにより、各電動機制御系の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量 m_1 、 m_2 の和を1つの信号処理器61に入力することにより、動作軸間の影響を把握することができる。

なお、図3では指令発生器と電動機制御系の組み合わせが2つであるが、いくつあってもよい。

図4は第4実施形態の構成を示すブロック図であり、指令発生器12から出力される指令信号Cが制御器22、23に入力するように設け、同時に3つの電動機31、32、33を動作させる点と、検出器52、53とスイッチ151、152を並列に構成した点が図1と異なっている。

スイッチ151、152がoffの時は、応答信号S2、S3は信号処理器62、63に入力される。

スイッチ151がonの時は、応答信号S2は信号処理器61に入力される。

スイッチ152がonの時は、応答信号S3が信号処理器61に入力される。

スイッチ152、153がonの時は、応答信号S2、S3は信号処理器61に入力される。

共振周波数は第1実施形態から第3実施形態のいずれかと同様にして検出できる。

この第4実施形態においては、1つの指令発生器11で1つの電動機制御系を、その他の指令発生器12でその他の電動機制御系に同じ指令信号もしくは異なる指令信

号を各電動機制御系に与えて、各電動機 3 1, 3 2, 3 3 の電動機動作量 m_1 , m_2 , m_3 を検出し、各信号処理器 6 1, 6 2, 6 3 に各信号を入力することにより、各電動機制御系の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量 m_1 , m_2 , m_3 の和を 1 つの信号処理器 6 1 に入力することにより、動作軸間の影響を把握することが可能となる。

なお、第 4 実施形態では、応答信号 S_2 , S_3 を信号処理器 6 1 に入力するようにスイッチを設けているが、応答信号 S_1 , S_3 を信号処理器 6 2 に、応答信号 S_1 , S_2 を信号処理器 6 3 に入力するようにスイッチを設けてもよい。

また、図 4 では指令発生器 1 1 で動作している電動機制御系が 1 つ、指令発生器 1 2 で動作している電動機制御系が 2 つであるが、指令発生器、電動機制御系はいくつあってもよい。

図 5 は第 5 実施形態の構成を示すブロック図であり、1 つ以上の電動機制御系が閉ループをなしている場合のブロック図である。図 5 においては、検出器 5 1, 5 2 は電動機 3 1, 3 2 の電動機動作量 m_1 , m_2 を検出するように設けられており、また、制御器 2 1, 2 2 の前段に閉ループ制御器 7 1, 7 2 が設けられ、その前段に減算器が設けられている。そして減算器の (+) 端子に印加される指令と検出器 5 1, 5 2 の信号が指令信号 C と比較され、その差を受けた閉ループ制御器 7 1, 7 2 が、その差を小さくするよう働いて制御器 2 1, 2 2 に指令を出力する。この閉ループ制御系に指令発生器 1 1 と信号処理器 6 1, 6 2、出力装置 8 1, 8 2、スイッチ 1 5 1 が追加され、指令発生器 1 1 の指令信号 C が減算器の (+) 端子に印加される。共振周波数は第 1 実施形態から第 4 実施形態のいずれかと同様にして検出できる。

この第 5 実施形態においては、指令発生器 1 1 から指令信号に従って駆動される各電動機 3 1, 3 2 の電動機動作量 m_1 , m_2 を検出し、各信号処理器 6 1, 6 2 に各信号を入力することにより、各電動機制御系の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量 m_1 , m_2 の和を 1 つの信号処理器 6 1 に入力することにより、動作軸間の影響を把握することができる。

なお、図 5 では電動機制御系が 2 つであるが、いくつであっても良い。

図 6 は第 6 実施形態の構成を示すブロック図であり、図 5 において指令発生器 1 1 が出力する指令信号 C を減算器の (+) 端子に印加していたものを、制御器 2 1 と閉

ループ制御器 7 1 の間に設けた加算器の一方の入力端子に変えたものである。このような構成としても、共振周波数は第 1 実施形態から第 5 実施形態のいずれかと同様に検出できる。

この第 6 実施形態においては、指令発生器 1 1 から指令信号に従って駆動される各電動機 3 1, 3 2 の電動機動作量 m_1 , m_2 を検出し、各信号処理器 6 1, 6 2 に各信号を入力することにより、機械 4 1 の共振周波数と機械 4 1 に影響を与える機械 4 2 の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量 m_1 , m_2 の和を 1 つの信号処理器 6 1 に入力することにより、動作軸間の影響を把握することができる。

なお、図 6 では電動機制御系が 2 つであるが、いくつであってもよい。

<第 7 実施形態>

図 7 は第 7 実施形態の構成を示すブロック図である。この図は、図 6 の閉ループ制御器 7 1, 7 2 の後段にフィルタ処理部 8 1, 8 2 を追加挿入して設けた構成になっており、フィルタ処理部 1 3 1, 1 3 2 は外部から指令を与えてフィルタ特性を変えることができるようになっている。第 6 実施形態と同様にして信号処理器 6 1 が共振周波数を検出し、その共振周波数検出結果 f_1 , f_2 をフィルタ処理部 1 3 1, 1 3 2 に入力すると、その入力に応じてフィルタ処理部 1 3 1, 1 3 2 が設定され、共振周波数の帯域の特性を抑えるフィルタとすることができる。共振周波数が検出できれば、共振周波数検出結果 f_1 , f_2 をもとにフィルタ処理部 1 3 1, 1 3 2 の設定値を自動的に決定できる。共振周波数は第 1 実施形態から第 6 実施形態のいずれかと同様に検出できる。

この第 7 実施形態においては、指令発生器 1 1 から指令信号に従って駆動される各電動機 3 1, 3 2 の電動機動作量 m_1 , m_2 を検出し、各信号処理器 6 1, 6 2 に各信号を入力することにより、機械 4 1 の共振周波数と機械 4 1 に影響を与える機械 4 2 の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量 m_1 , m_2 の和を 1 つの信号処理器 6 1 に入力することにより、動作軸間の影響を把握することができる。

なお、この実施形態では指令信号Cをフィルタ処理部131, 132と制御器21, 22の間に設けた加算器の一方を入力としたが、閉ループ制御器71, 72の前段に設けた減算器の(+)端子に入力してもよい。

また、図7では電動機制御系が2つであるが、いくつであってもよい。

<第8実施形態>

図8は第8実施形態の構成を示すブロック図であり、図7の閉ループ制御器71, 72と、その前段の減算器付近の構成を変えた構成になっている。閉ループ制御器7B1, 7B2は、減算器、位置制御器91, 92、加算器、速度制御器101, 102、速度演算器111, 112から構成されている。この図で位置制御器91, 92の前段にある減算器の(+)端子には、大きさが0の動作指令Mを与えており、これによって位置ずれしないで共振周波数の検出が行なわれる。閉ループ制御器7B1, 7B2では、電動機動作量m1, m2を検出して得られた応答信号S1, S2が、減算器を経由して位置制御器91, 92に入力され、同時に、速度演算器111, 112を経由して速度制御器101, 102に入力される。そして速度制御器101, 102は位置制御器91, 92の出力と一致するように制御し、位置制御器91, 92は電動機動作量m1, m2の位置が動作指令Mの0位置と一致するように制御する。共振周波数は第1実施形態から第6実施形態のいずれかと同様にして検出できる。

この第8実施形態においては、指令発生器11から指令信号に従って駆動される各電動機31, 32の電動機動作量m1, m2を検出し、各信号処理器61, 62に各信号を入力することにより、機械41の共振周波数と機械41に影響を与える機械42の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量m1, m2の和を1つの信号処理器61に入力することにより、動作軸間の影響を把握することができる。

なお、図8では電動機制御系が2つであるが、いくつであってもよい。

図9は第7および第8実施形態の共振周波数検出装置で検出した共振周波数に基づいてフィルタ処理部131, 132のフィルタ特性を設定し、その後、設定したフィルタ処理部131, 132のフィルタ特性を生かして通常の運転をしているときの構成を示すブロック図である。この制御系で動作指令Mを入力すると、閉ループ制御器71, 72は、電動機動作量m1, m2と動作指令Mが一致するように制御し、共振

を抑えるフィルタ処理部 131, 132 がうまく機能して電動機動作量 m_1 , m_2 と動作指令 M がより一致しやすくなっている。

なお、図 9 の構成と図 7 の構成は、スイッチを設けて切り替えられるようにしてもよい。また、図 5、図 6、図 7、図 9 では閉ループ制御器 71, 72 を 1 つの制御器として示したが、図 8 の閉ループ制御器 7B1, 7B2 の構成のように位置制御器 91, 92、速度演算器 111, 112、速度制御器 101, 102 を含む構成としてもよい。また、機械の動作量が指令信号と一致するように電動機 31, 32 の動作を検出器 51, 52 が検出した応答信号 S_1 , S_2 に基づき制御するのであれば、内部構成を変更した閉ループ制御器 71, 72 でもよい。フィルタ処理部 81, 82 や制御器 21, 22 を含めて順番や構成を変更してもよい。

また、図 9 の例では電動機制御系が 2 つであるが、いくつであってもよい。

<第 9 実施形態>

図 10 は第 9 実施形態を示すブロック図であり、指令発生器 11 から出力される周波数情報 A が信号処理器 61 に入力するように配置した点と、信号処理器 61 の計算方法が図 1 に示した第 1 実施形態と異なっている。

スイッチ 151 が off の時は、信号処理器 61 は掃引正弦波指令の周波数情報 A と応答信号 S_1 を受け取り、スイッチ 151 が on の時は、信号処理器 61 は掃引正弦波指令の周波数情報 A と応答信号 S_1 , S_2 を受け取り、最小周波数 F_{min} を過ぎた検出最小下限周波数 F_{lim} から共振周波数の検出のための演算を行う。検出最小下限周波数 F_{lim} 以上で、図 11 のように、応答信号 S_1 , S_2 の絶対値が最大となるときの掃引正弦波の周波数を共振周波数と判断して共振周波数検出結果 f_1 , f_2 を出力する。

図 12 は掃引正弦波の周波数と時間の関係を示すグラフである。 t_0 から t_e 間の時間中、最小周波数 F_{min} から検出最小下限周波数 F_{lim} を経て、最大周波数 F_{max} まで周波数が増加する掃引正弦波指令を指令信号 C とする。信号処理器 61 は検出最小下限周波数 F_{lim} より高い周波数となる時間 t_s から t_e 間において、共振周波数の検出を実施する。なお、掃引正弦波の周波数と時間の関係は、直線に限られることは無く、任意の曲線であっても構わない。また、検出最小下限周波数 F_{lim} を最小周波数 F_{min} と同様に取り扱っても構わない。

信号処理器 6 1 は、2 つ以上の応答信号を加算し、1 つの応答信号にすることができる。

なお、図 1 0 では電動機制御系が 2 つであるが、いくつであってもよい。

＜第 1 0 実施形態＞

図 1 3 は第 1 0 実施形態の構成を示すブロック図である。図において、1 4 1, 1 4 2 はハイパスフィルタ手段である。指令信号 C が制御器 2 1 に、周波数情報 A が信号処理器 6 1 に入力するように設け、検出器 5 1, 5 2 が電動機動作量 m_1 , m_2 を検出し、これを応答信号 S_1 , S_2 として、ハイパスフィルタ手段 1 4 1, 1 4 2 を経由して信号処理器 6 1, 6 2 に送る点が図 1 に示した第 1 実施形態と異なっている。

なお、この実施形態では信号処理器 6 1 は検出最小下限周波数 F_{lim} 以上という条件を付けなかったが、第 8 実施形態と同様に、検出最小下限周波数 F_{lim} 以上で、応答信号の絶対値が最大となるときの掃引正弦波の周波数を共振周波数と判断して出力してもよい。

この第 1 0 実施形態においては、指令発生器 1 1 から指令信号に従って駆動される各電動機 3 1, 3 2 の電動機動作量 m_1 , m_2 を検出し、各信号処理器 6 1, 6 2 に各信号を入力することにより、機械 4 1 の共振周波数と機械 4 1 に影響を与える機械 4 2 の共振周波数を検出することが可能となる。さらに、各電動機動作量 m_1 , m_2 の和を 1 つの信号処理器 6 1 に入力することにより、動作軸間の影響を把握することができる。

また、図 1 3 では、電動機制御系が 2 つであるが、いくつであってもよい。

なお、第 1 実施形態から第 1 0 実施形態では、検出器 5 1, 5 2, 5 3 は電動機 3 1, 3 2, 3 3 に連結して電動機動作量 m_1 , m_2 , m_3 を検出しているが、検出器 5 1, 5 2, 5 3 を機械 4 1, 4 2, 4 3 に連結して機械動作量 x_1 , x_2 , x_3 を直接検出してもよい。

〔産業上の利用可能性〕

本発明によれば、指令発生器からの指令信号に従って駆動される各電動機の動作量を検出し、信号処理器にその信号の和を入力するようにしたので、複数軸を持つ機械において、動作軸と動作軸に影響を及ぼす他軸の共振周波数を検出することができる。

また、共振周波数を検出すると共に、フィルタ処理部を設け、共振周波数を抑えるフ

フィルタ処理入力値を自動入力して設定することにより、自動的に電動機制御装置の性能を向上することができる。

請求の範囲

1. 複数軸を有する機械の一つの軸を駆動する電動機と、制御指令を受けて前記電動機を駆動する制御器とを有する電動機制御系を前記機械の複数軸についてそれぞれ備え、各電動機制御系に、前記機械の動作量を検出する検出器と、前記検出器の信号を周波数分析し、共振周波数として出力する信号処理器と、前記信号処理器の信号をグラフ化または数値化して出力する出力装置とを備えた多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置において、

前記機械に振動を伝える制御指令を前記電動機制御系の少なくとも一方に与える少なくとも1つの指令発生器を設け、前記複数の検出器の信号を前記複数の信号処理器に入力して共振周波数として出力するようにしたことを特徴とする多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

2. 前記信号処理器は、前記複数の検出器の信号を入力して、信号の和を共振周波数として出力するようにしたことを特徴とする請求項1記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

3. 前記検出器は電動機の位置または速度、あるいは前記機械の可動部の位置または速度を検出するものであることを特徴とする請求項1または2に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

4. 前記複数の電動機制御系の一部または全てがオープンループの場合には、前記指令発生器の信号は当該オープンループの電動機制御系の制御器に入力されることを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

5. 前記複数の電動機制御系の一部または全てにおいて、前記指令発生器からの制御指令と前記検出器からの前記機械の動作量との偏差に応じた制御指令を前記制御器に与える閉ループ制御器を備えたことを特徴とする請求項1から3のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

6. 前記電動機制御系の一部または全てにおいて、前記検出器からの前記機械の動作量と動作指令との偏差に応じた制御指令を出力する閉ループ制御器と、その制御指令に含まれる所定の帯域の信号を低減するフィルタ処理部とを備え、前記フィルタ処理部の出力と前記指令発生器からの指令信号との和が前記制御器に入力さ

れていることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

7. 前記制御指令は、掃引正弦波信号であり、前記信号処理器は前記指令発生器が出力する前記掃引正弦波信号の周波数情報と少なくとも 1 つ前記検出器の信号を入力し、前記検出器の信号の絶対値が最大となる前記正弦波信号の周波数を共振周波数として出力するものであることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

8. 前記出力装置は、少なくとも 1 つの前記信号処理器の信号を周波数特性として出力するものであることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

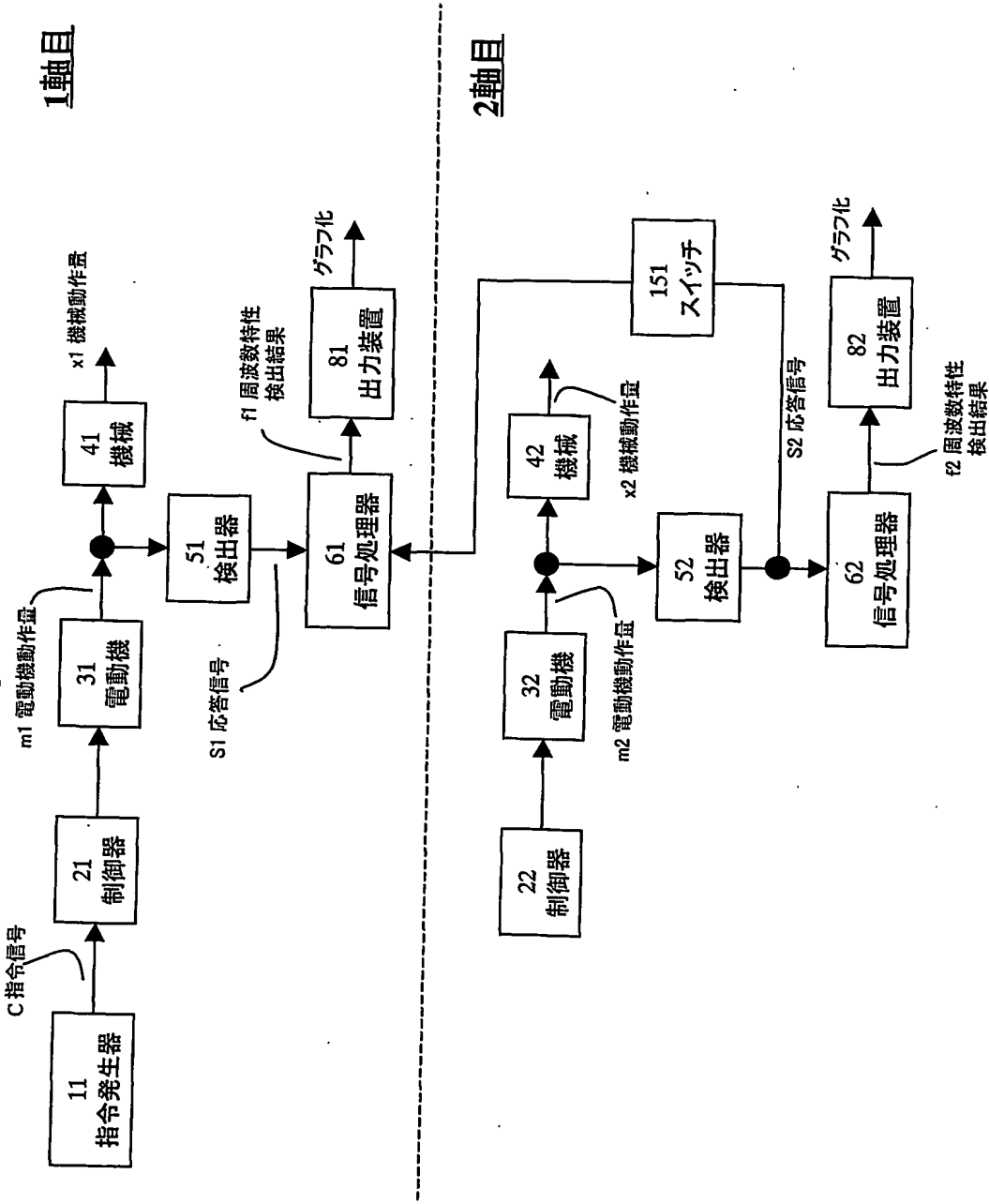
9. 前記指令発生器から機械に振動を伝える制御指令は、最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの範囲に周波数が制限されており、前記信号処理器は、前記検出器の信号を所定の周波数範囲に制限して入力するとともに、前記最小周波数 F_{min} 以上の周波数だけを検出することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

10. 前記指令発生器から機械に振動を伝える制御指令は、最小周波数 F_{min} から最大周波数 F_{max} までの範囲に周波数が制限されており、前記信号処理器は、前記検出器の信号を所定の周波数範囲に制限して入力するとともに、前記最小周波数 F_{min} より大きい検出最小周波数 F_{lim} 以上の周波数だけを検出することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

11. 前記検出器と前記信号処理器の間にハイパスフィルタが設けられていることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置

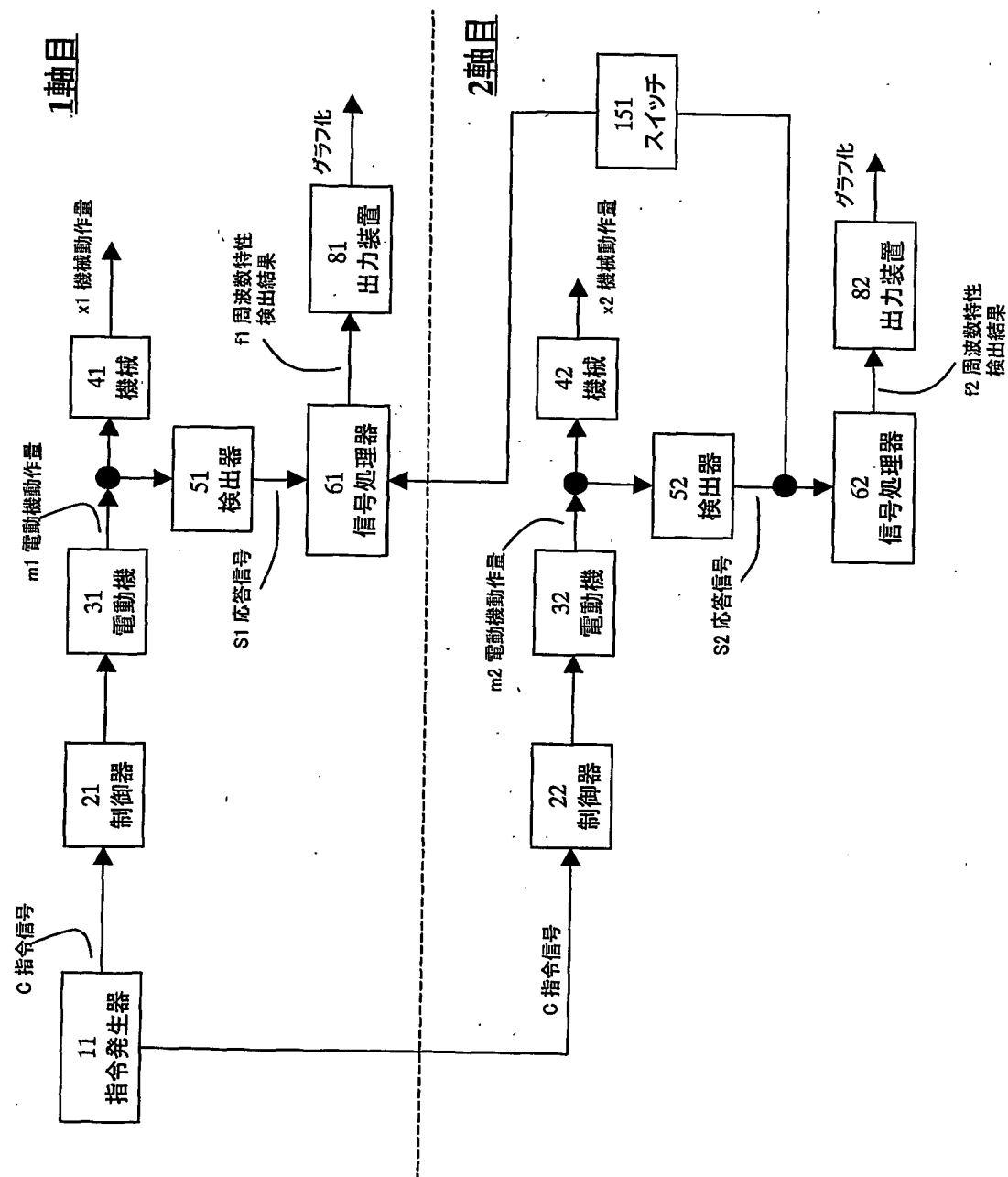
12. ある軸の前記検出器の信号を他軸の信号処理器に入力するスイッチが設けられていることを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれかの項に記載の多軸電動機制御装置の共振周波数検出装置。

図1



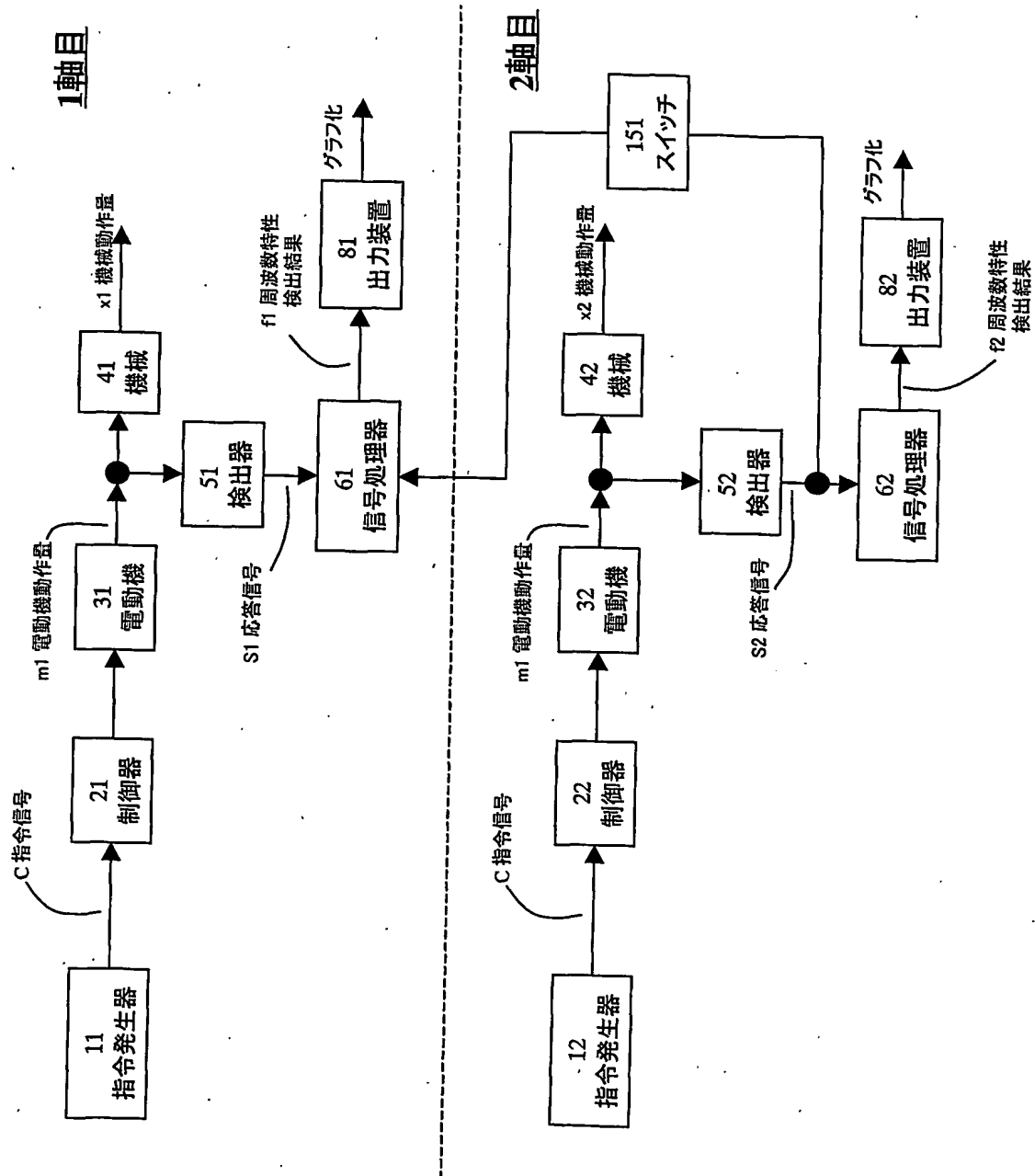
2/13

図2



3/13

図3



4/13

図4

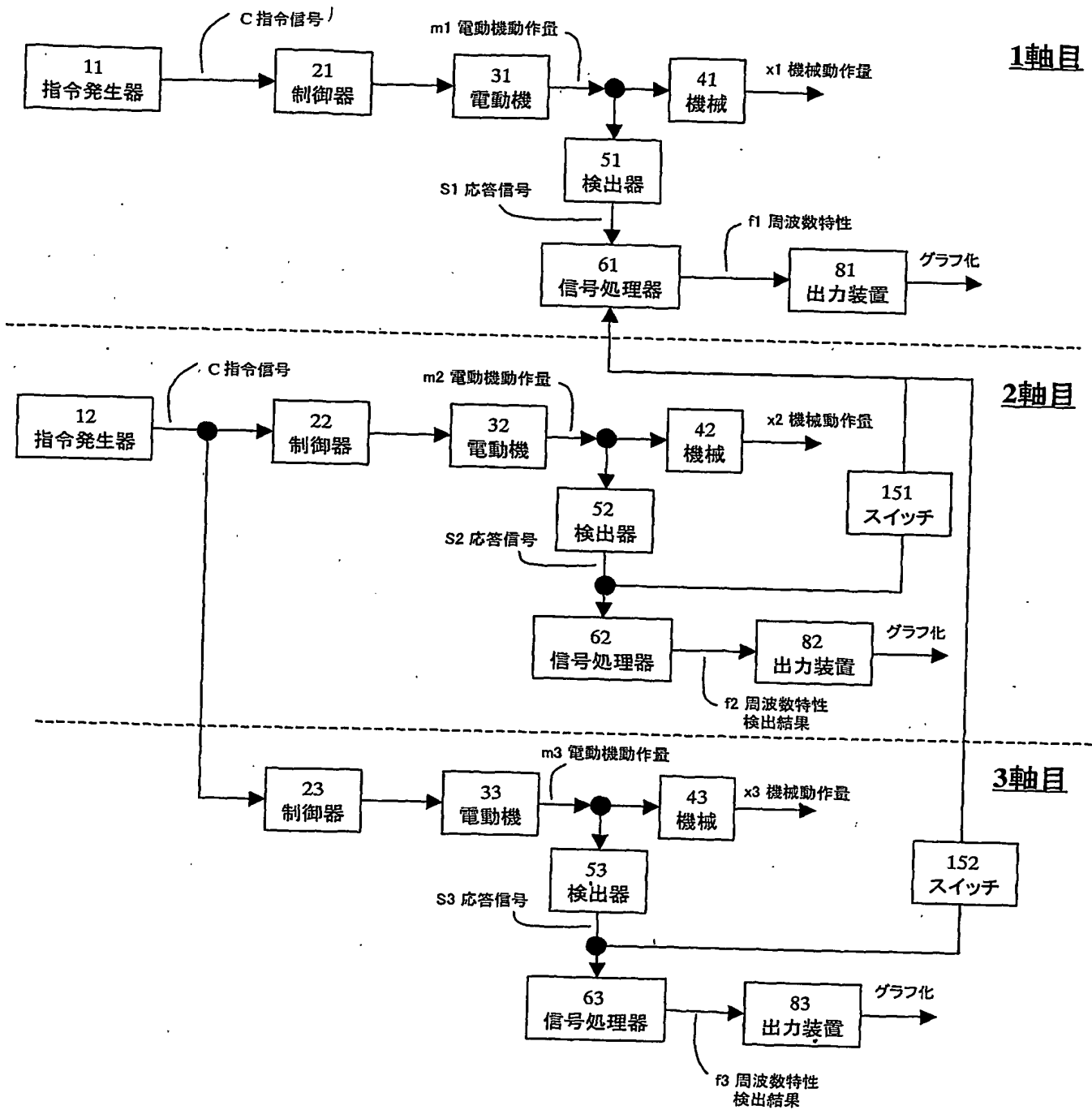


図5

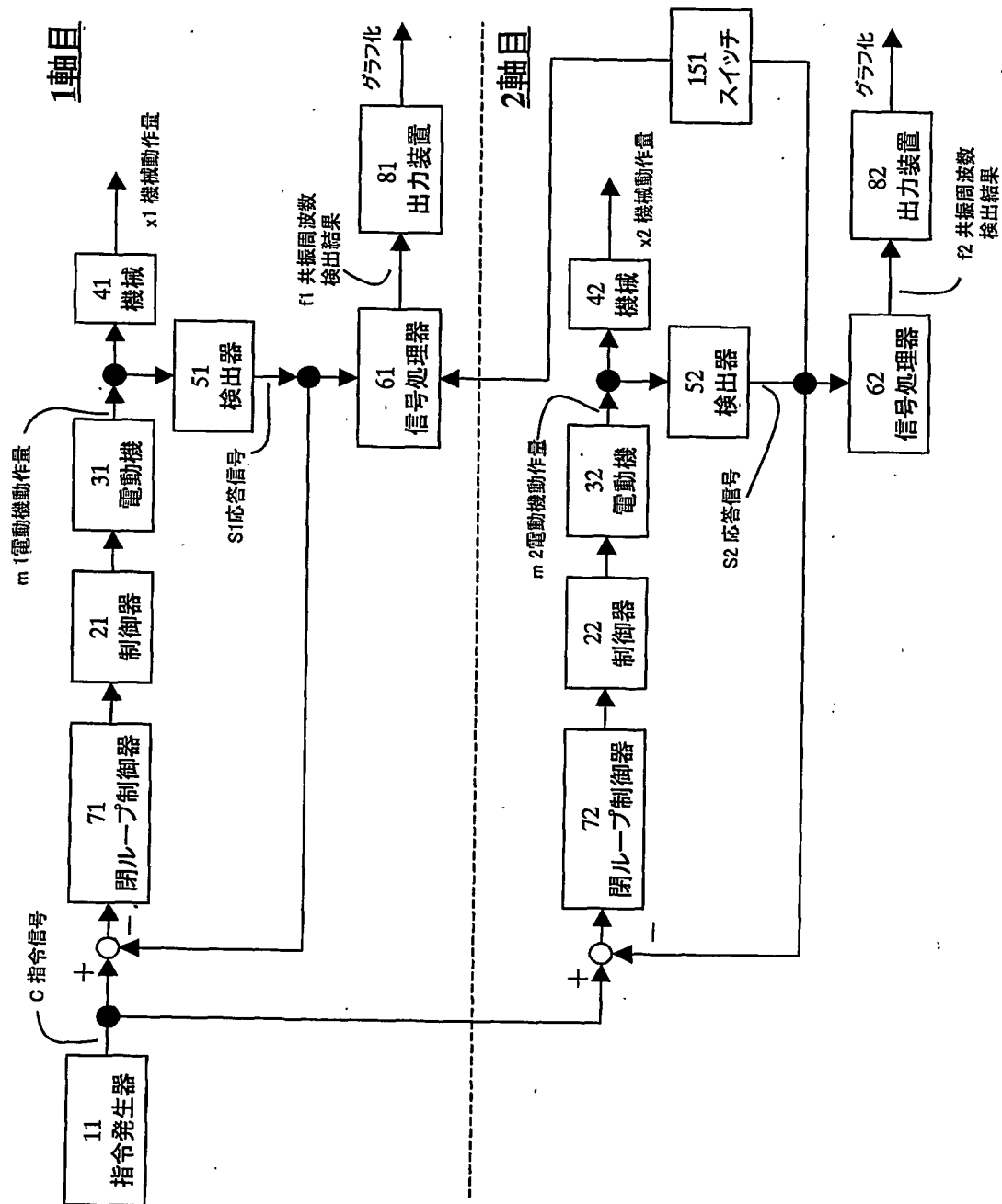


図6

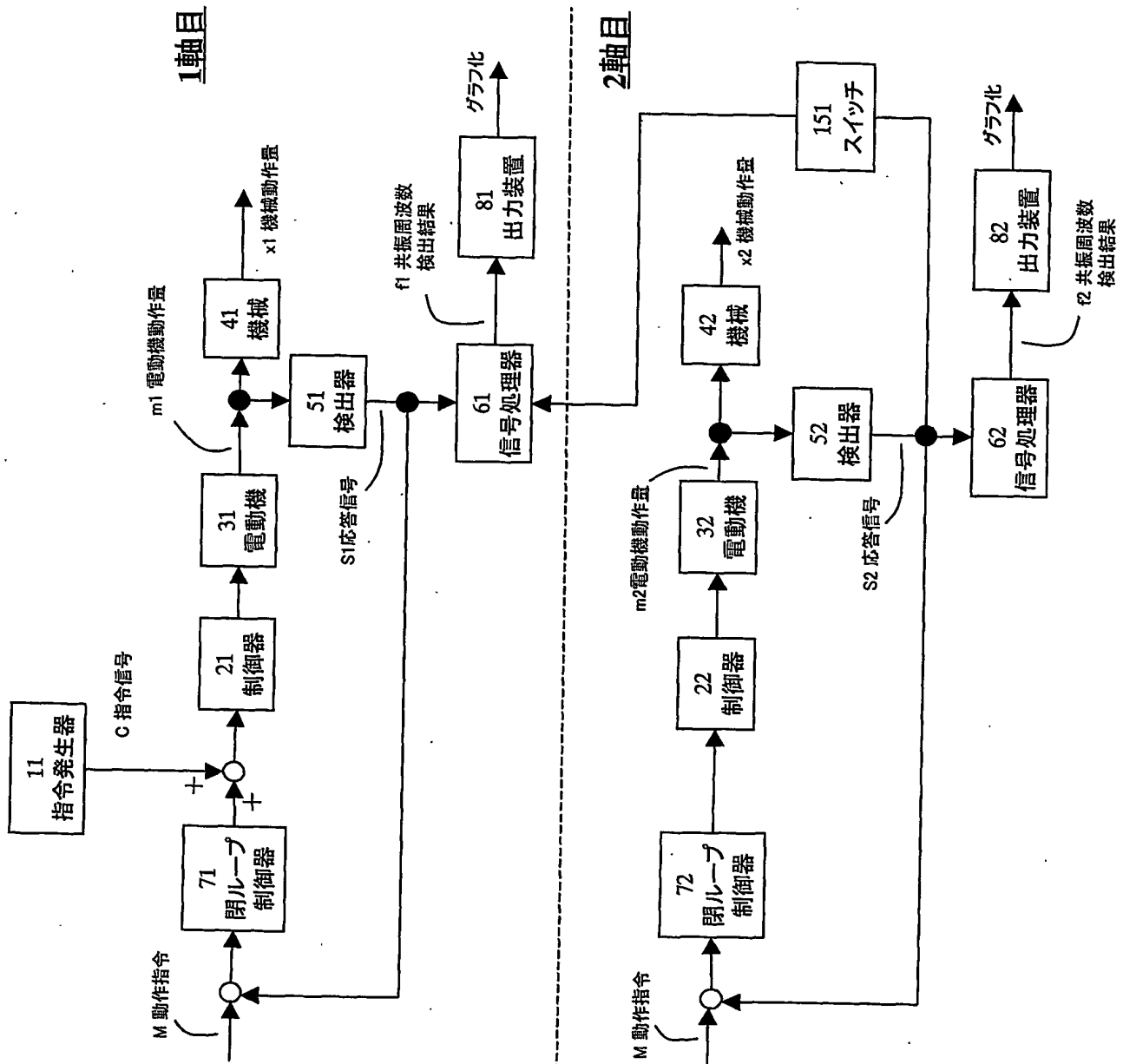


図7

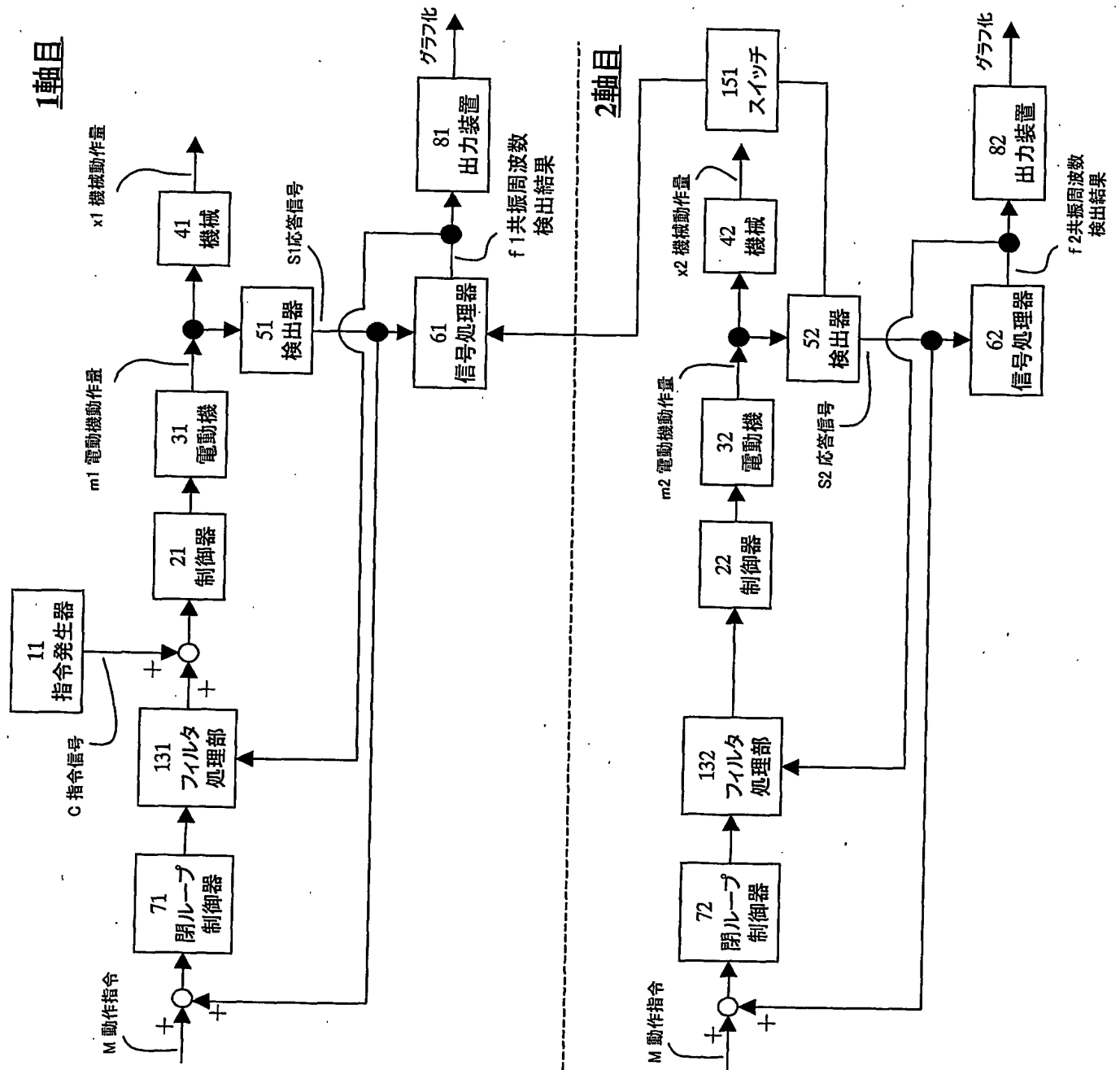


図 8

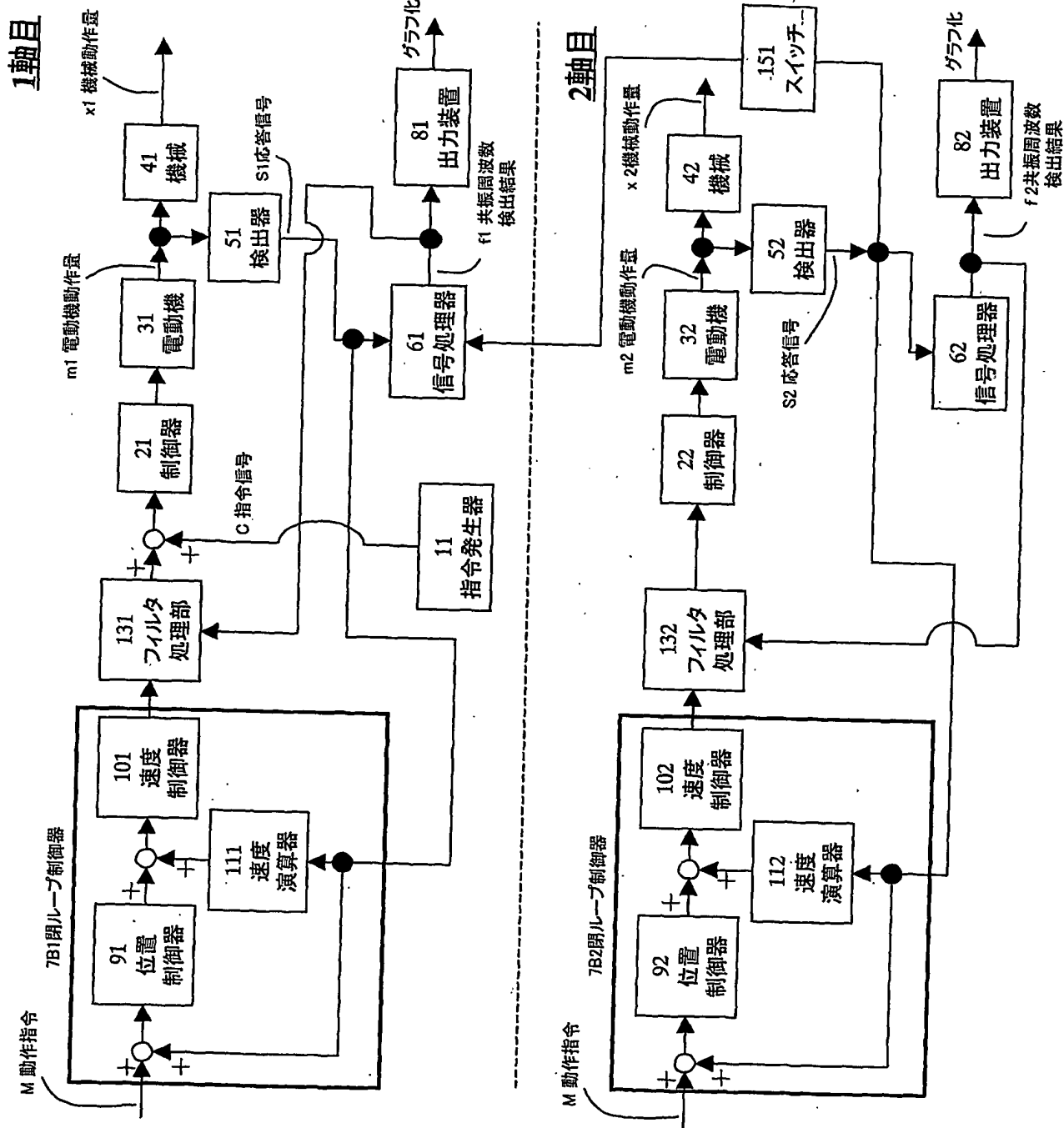
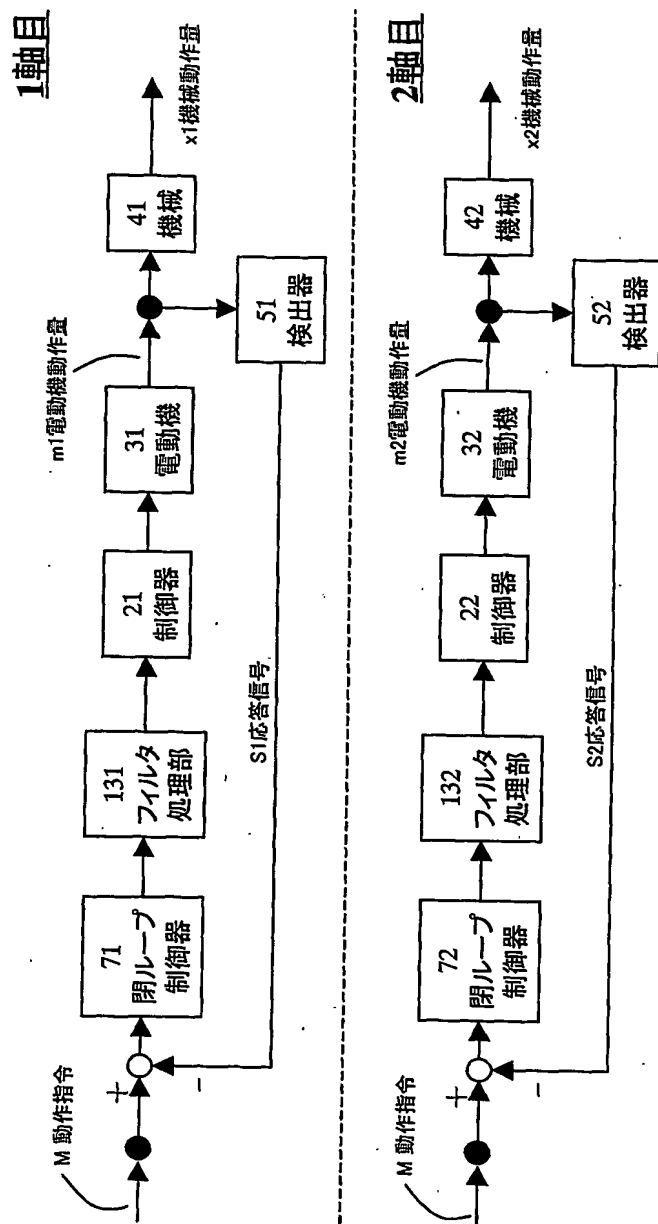
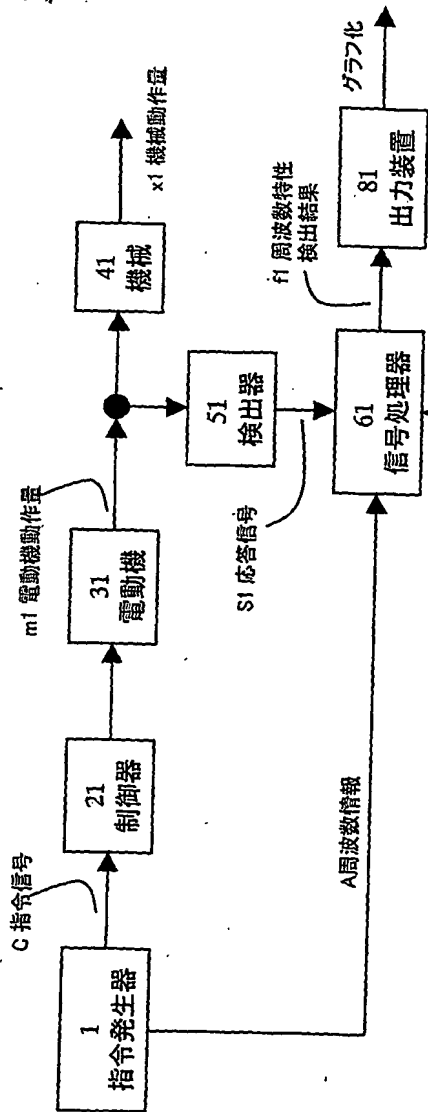
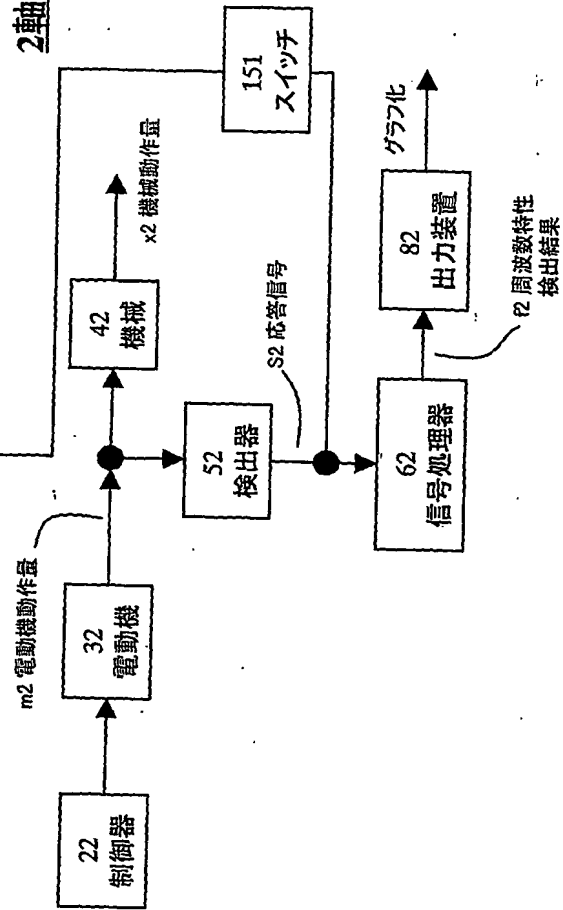


図9



10/13

図10

1軸目2軸目

11/13

図11

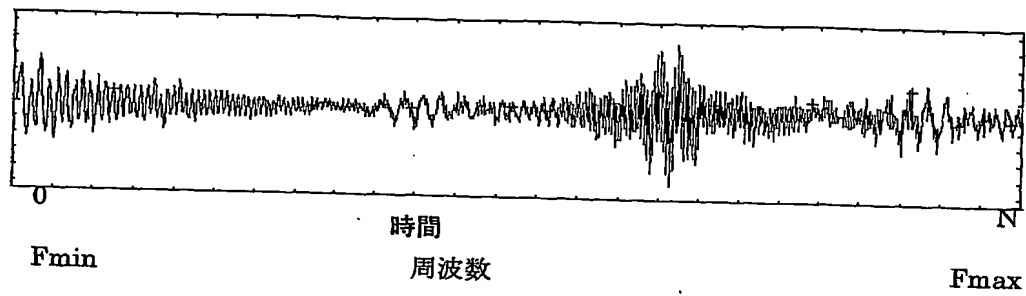
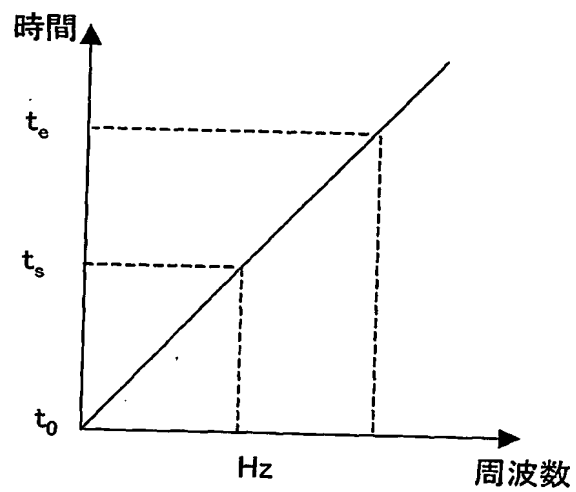


図12



12/13

図13

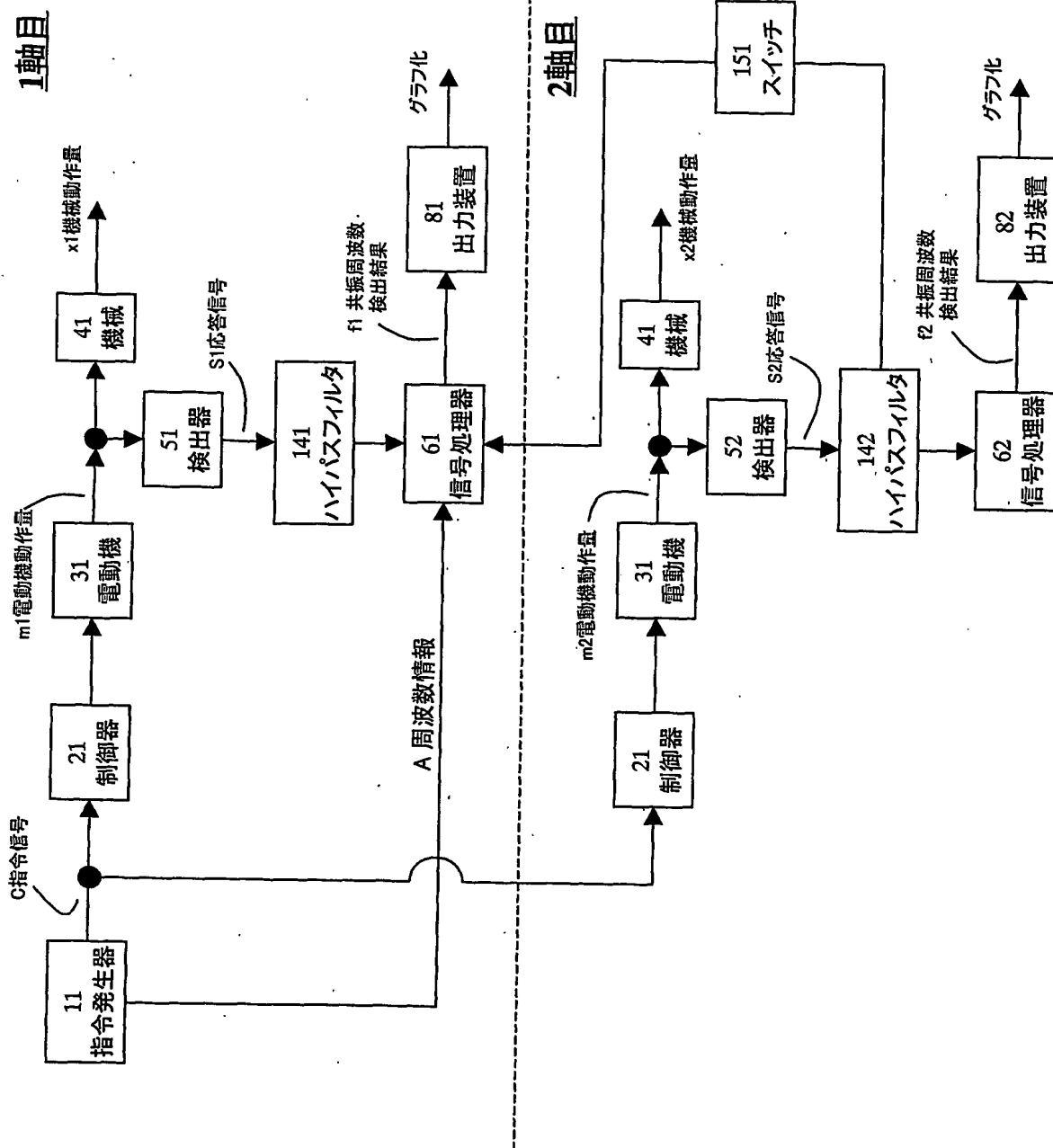
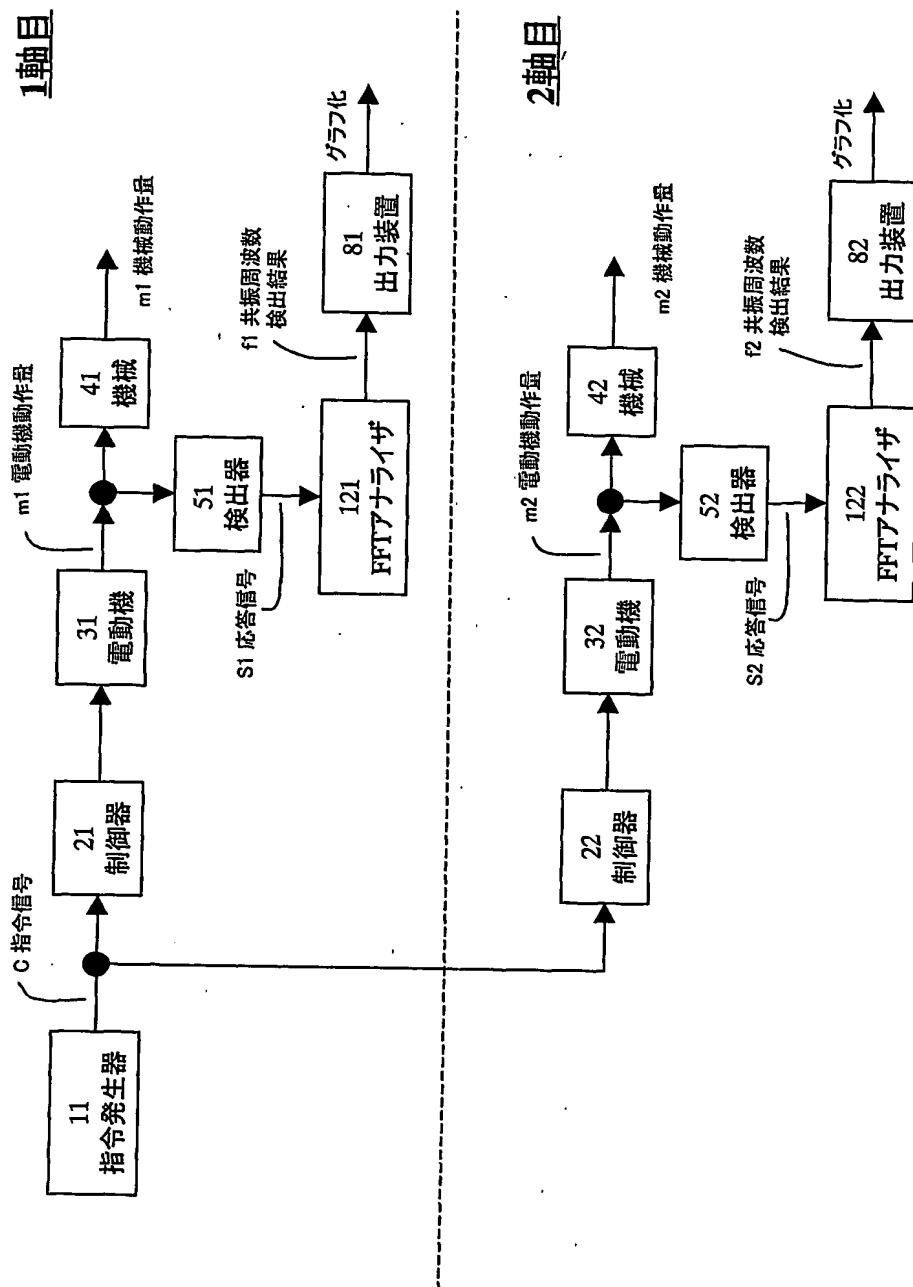


図14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/16060

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H02P5/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H02P5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-245570 A (Kobe Steel, Ltd.), 02 September, 1994 (02.09.94), Par. Nos. [0006] to [0010]; Fig. 2 (Family: none)	1, 3-12
Y	WO 02/082202 A1 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI), 17 October, 2002 (17.10.02), Full text; all drawings & JP 2002-304219 A Full text; all drawings	1, 3-12
Y	WO 01/82462 A1 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI), 01 November, 2001 (01.11.01), Page 13, lines 8 to 23; Fig. 12 & EP 1283953 A1 & CN 1432210 A	1, 3-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
14 April, 2004 (14.04.04)

Date of mailing of the international search report
27 April, 2004 (27.04.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/16060

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1039624 A2 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.), 27 September, 2000 (27.09.00), Par. Nos. [0002] to [0006] & JP 2000-278990 A Par. Nos. [0002] to [0004] & US 6211640 B1 & CN 1267953 A	8-10
Y	US 2002/0060545 A1 (AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA), 23 May, 2002 (23.05.02), Par. No. [0185]; Fig. 4 & JP 2002-171778 A Par. No. [0128]; Fig. 4 & DE 10146976 A	11
A	JP 2002-175101 A (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI), 21 June, 2002 (21.06.02), Full text; all drawings (Family: none)	1,3-12
A	JP 2001-157478 A (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI), 08 June, 2001 (08.06.01), Full text; all drawings (Family: none)	1,3-12
A	JP 10-210781 A (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI), 07 August, 1998 (07.08.98), Par. Nos. [0009] to [0020]; Figs. 1 to 9 (Family: none)	5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/16060

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:

because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 2

because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

Claim 2 includes a description that "signals of a plurality of detectors are input to the signal processor, which outputs a sum of signals as a resonance frequency". However, to output a sum of signals of detectors as a resonance frequency is technically unclear.

3. ☐ Claims Nos.:

because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐

No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02P5/46

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02P5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 6-245570 A (株式会社神戸製鋼所) 1994. 09. 02, 【0006】-【0010】、第2図 (フ ァミリーなし)	1, 3-12
Y	WO 02/082202 A1 (KABUSHIKI KAIS HA YASKAWA DENKI) 2002. 10. 17, 全文, 全図 & JP 2002-304219 A 全文, 全図	1, 3-12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 04. 2004

国際調査報告の発送日

27. 4. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

尾家 英樹

3V

3221

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 01/82462 A1 (KABUSHIKI KAISHA A YASKAWA DENKI) 2001. 11. 01, 第13頁第8-23行, 第12図 & EP 1283953 A1 & CN 1432210 A	1, 3-12
Y	EP 1039624 A2 (MATSUSHITA ELECT RIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 2000. 09. 27, 【0002】-【0006】 & JP 2000-278990 A 【0002】-【000 4】 & US 6211640 B1 & CN 126795 3 A	8-10
Y	US 2002/0060545 A1 (AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA) 2002. 05. 23, 【0185】, 図4 & JP 2002-171778 A 【0128】, 第4図 & DE 10146976 A	11
A	JP 2002-175101 A (株式会社安川電機) 2002. 06. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 3-12
A	JP2001-157478 A (株式会社安川電機) 2001. 06. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 3-12
A	JP 10-210781 A (株式会社安川電機) 1998. 08. 07, 【0009】-【0020】, 第1-9図 (ファミリーなし)	5

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☒ 請求の範囲 2 は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
「信号処理機は複数の検出器の信号を入力して、信号の和を共振周波数として出力する」と記載されているが、検出器の信号の和を共振周波数として出力すること、は技術的に不明瞭である。
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であって PCT 規則 6.4(a) の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.